



慧眼卫星和极目空间望远镜观测迄今最亮伽马暴示意图。

“千年一遇”最亮伽马暴

我国卫星是如何精确探测的？



“千年一遇”的伽马暴

伽马暴是宇宙大爆炸之后最剧烈的爆炸现象，自从1967年人类发现首个伽马暴以来，已探测到近万例伽马暴。

不久前，中国科学院高能物理研究所（简称高能所）与全球40余家科研机构联合发布对迄今最亮伽马射线暴（简称伽马暴）GRB 221009A的研究成果。该伽马暴产生于距离地球24亿光年的宇宙深处。具有极端的亮度和相对较近的距离，使其成为名副其实千年一遇的历史性事件。

高能所牵头研制的慧眼卫星和极目空间望远镜成功地在硬X射线和软伽马能段对该伽马暴的瞬时辐射和早期余辉进行了国际最高精度的测量。本项工作由中国科学院粒子天体物理重点实验室牵头的国际合作团队完成，成员来自中国、美国、意大利、法国、德国等30余家研究机构，论文通讯作者为高能所熊少林研究员、张双南研究员以及美国内华达大学拉斯维加斯分校张冰教授。

据悉，高能所牵头建造的高海拔宇宙线观测站与慧眼卫星和极目空间望远镜开展了天地联合观测，其中，高海拔宇宙线观测站利用其大量的甚高能观测数据，做出了多项重要首次发现。

伽马暴是宇宙大爆炸之后最剧烈的爆炸现象，包括两种类型，一类产生于很大质量恒星的核坍缩爆炸，持续时间通常长于2秒，此次发现的伽马暴即属于此类；另一类产生于两颗极端致密天体，中子星、黑洞等的合并爆炸，持续时间通常短于2秒，并同时发出引力波。这两类天体爆炸均能产生一颗黑洞或中子星等极端致密天体，其通过极强引力吞噬周围物质并以接近光速从两极喷射物质，形成一对相反方向的喷流。喷流内部的激波或磁重联等过程加速带电粒子产生伽马射线辐射，称为瞬时辐射。喷流和周围的星际介质相互作用也能产生辐射，称为余辉。只有喷流恰好对准地球时，人类才有机会探测到这些辐射。

自从1967年人类发现首个伽马暴以来，已探测到近万例伽马暴。2022年10月9日，包括高能所牵头建造的空间和地面观测设备在内的全球众多天文设施均观测到这个迄今最亮的伽马暴（编号GRB 221009A），其产生于距离地球24亿光年的宇宙深处。该伽马暴具有极端的亮度和相对较近的距离，这使其成为名副其实的千年一遇的历史性事件。

“极目”“慧眼”为何能精确探测？

我国专门为探测伽马暴和引力波电磁对应体而建造的极目空间望远镜和我国首台空间X射线天文望远镜慧眼卫星联合，在硬X射线和软伽马射线能段精确刻画了该伽马暴从前兆辐射到主暴、耀发以及早期余辉的各个关键阶段的辐射性质。其中，极目空间望远镜正好处于能够记录极高伽马射线流强的特殊观测模式，避免了因极端亮度而容易产生的各种仪器效应，包括数据饱和丢失、信号堆积、死时间过大等，成功对该伽马暴极端明亮的主暴进行了完整而精确的探测。

而慧眼卫星配备的高能X射线望远镜凭借其在兆电子伏能区最大的有效面积，成功探测到该伽马暴，并获得了其前兆辐射和早期余辉的高质量数据。

基于极目空间望远镜的精确观测数据，研究团队发现该伽马暴具有迄今探测到的最高亮度，并将伽马暴亮度纪录提升了50倍。由于伽马暴距离地球十分遥远，对于它发出的所有伽马射线来说，人类探测到的只是沧海一粟。通常我们无法知晓伽马暴向人类视线之外的方向辐射了多少能量，假设伽马暴向各个方向辐射了几乎相同数量

的伽马射线，那么根据探测到的伽马射线和伽马暴的距离，可计算该伽马暴向各个方向发出的所有伽马射线的总能量，即各向同性能量。研究团队发现这个伽马暴的各向同性能量也打破纪录，相当于在1分钟内释放8个太阳质量的全部能量。

根据慧眼和极目的联合观测结果可以推测，该伽马暴的余辉由慢衰减到快衰减的转折出现得非常早，意味着产生伽马射线的喷流非常狭窄，是人类探测到的最狭窄的伽马暴喷流之一。研究团队认为，极为狭窄的喷流可能是该伽马暴看上去极端明亮的原因之一。因此，本次慧眼和极目的观测研究对于深入理解这种极端宇宙爆炸现象提供了崭新视角。

天地联合观测获多项重要成果

慧眼卫星和极目空间望远镜均由高能所提出和牵头研制。慧眼卫星由李惕碛、吴枚等人于1993年提出项目建议，2011年获得工程立项。高能所负责卫星有效载荷、地面应用系统和科学研究工作，航天科技集团公司五院为卫星总体单位。自2017年6月15日发射升空以来，慧眼卫星已在轨稳定运行超过5年，已在黑洞、中子星、快速射电暴等领域取得一系列重要成果。

极目（也称“怀柔一号”）卫星是中国科学院“空间科学”（二期）战略性先导科技专项支持的机遇空间科学项目，由高能所于2016年提出项目建议，2018年获得工程立项。参与本次迄今最亮伽马暴发现和研究的“极目”系列第三颗空间载荷——“极目”空间望远镜，其于2022年7月27日搭载中国科学院微小卫星创新研究院牵头研制的空间新技术试验卫星（SATech-01）发射入轨。极目系列卫星采用了一系列创新探测技术，并开创性地使用北斗导航系统短报文服务实现星地准实时通讯，已发现一大批伽马暴、磁星爆发、快速射电暴的高能对应体、太阳耀斑以及地球伽马闪等高能爆发现象。

中科院高能所透露，在对GRB 221009A伽马暴千年一遇的历史性观测中，该所地面大科学装置——高海拔宇宙线观测站“拉索”与两大空间设施“慧眼”“极目”还开展了天地联合观测，其中，“拉索”利用其大量的甚高能观测数据，也收获多项重要首次发现，将于成果论文发表后对外公布。

华西都市报-封面新闻记者 张峥
图据中国科学院高能物理研究所



迄今发现的最亮伽马射线暴(GRB 221009A)景象图。

4.1亿年前这种鱼为何能游那么快？

记者从中国科学院古脊椎动物与古人类研究所获悉，该所盖志琨、林翔鸿、山显任与英国布里斯托大学合作，在距今约4.1亿年前（早泥盆世布拉格期）广西古鱼类特异埋藏生物群中，发现了一个盔甲鱼类新属种“九尾狐甲鱼”。这是目前发现的世界首个完整保存尾鳍的盔甲鱼类化石。

中科院古脊椎所研究员盖志琨介绍，这一新属种的尾鳍具有9个手指状分叉，将其命名为“九尾狐甲鱼”。

我国最早发现盔甲鱼类化石可以追溯到1913年。然而，由于盔甲鱼类的身体主要由软骨和零散鳞片组成，很难完整保存为化石，因此，其头后身体解剖难题在过去100多年里都没有解决。2022年，“重庆特异埋藏化石库”中发现的灵动土家鱼首次揭示了盔甲鱼类身体的全貌，但仍缺失尾鳍细节。此次发现的九尾狐甲鱼，补上了最后一块拼图，揭开了盔甲鱼类尾巴的神秘面纱。

此次发现的九尾狐甲鱼长约10厘米，身体和头甲长度均约5厘米，全身覆盖细小的菱形鳞片，并呈现有规律的、倾斜排列的鳞列。除了拥有盔甲鱼类典型的下歪尾，其尾鳍还具有9个手指状分叉，是原始的叉形尾，上面覆盖有整齐排列的鳞质鳍条，表明鳍条之下有强壮的辐状肌附着。

鱼类尾鳍的面积和形状被认为是检验鱼类游泳能力的关键指标。最为难得的是，这一化石的正模标本和副模标本分别完整保存了尾鳍收缩和舒张时的两种不同状态，最大程度揭示出盔甲鱼类尾鳍的形态细节。“这指示了盔甲鱼可能是灵活的游泳者，能够很好地利用肌肉收缩来控制尾鳍与水流的接触面积，从而产生不同的推动力。”盖志琨说。

在此基础上，研究团队对九尾狐甲鱼尾鳍的几何形态进行了游泳速度分析，结果也表明盔甲鱼类是一类游泳能力较强的快速游泳者，它的巡航游泳速度甚至要比一些更进步的有颌鱼类还要快，从而否定了传统的“积极的捕食策略倾向导致有颌类起源”假说。

上述研究成果近日在线发表于学术期刊《国家科学评论》。

据新华社



九尾狐甲鱼生态复原图。图据中科院古脊椎所